



CALIDAD DEL FORRAJE Y DEL HENO

V. DÍAZ BARCOS¹

Ingeniero Técnico Agrícola

A. CALLEJO RAMOS²

Ingeniero Agrónomo

¹DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA APLICADAS A LA I.T.A.
E.U. DE ING. TÉCNICA AGRÍCOLA. UNIV. POLITÉCNICA DE MADRID
CIUDAD UNIVERSITARIA, S/N. 28040 MADRID
E-MAIL: VIRGINIA.DIAZ@UPM.ES

²DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL
E.U. DE ING. TÉCNICA AGRÍCOLA. UNIV. POLITÉCNICA DE MADRID
CIUDAD UNIVERSITARIA, S/N. 28040 MADRID
E-MAIL: ANTONIO.CALLEJO@UPM.ES

Podríamos definir la calidad del forraje y/o del heno como “el potencial que éstos tienen de producir una respuesta deseada en el animal”. Dicho de otra forma, el grado en que cubre las necesidades del animal que lo consume. Se analizan pues, en este capítulo, aquellos factores que condicionan la calidad del forraje verde original así como los que determinan la calidad del heno que se obtiene y que no han sido expuestos en capítulos anteriores. Asimismo, y de forma previa, se citan algunos de los parámetros de calidad que van a condicionar la respuesta del ganado, tanto en lo que a su nivel de ingestión voluntaria se refiere como a la respuesta productiva que se obtiene, función, entre otras cosas, del valor nutritivo del heno ingerido.

PARÁMETROS DE CALIDAD

SEGUIENDO con lo expresado en el resumen inicial, la mejor forma de medir la calidad de un forraje sería evaluando la respuesta productiva que produce en el animal consumidor. Sin embargo, otros paráme-

tros nos permiten valorar también la calidad de aquél.

- **Palatabilidad.** Los animales seleccionan un alimento y no otro basándose en su olor, “tacto” y sabor. Por tanto, la palatabilidad puede estar influenciada por la textura, hojiosidad, presencia de orina o heces, humedad o infestación de ese alimento, y por componentes que dan lugar a un sabor dulce, agrio o sala-

do. Los forrajes de elevada calidad son, generalmente, muy palatables.

- *Ingestibilidad.* En general, cuanto más alta es la calidad de un forraje y, por tanto, mayor es su palatabilidad, mayor es también la ingestión voluntaria del mismo.

- *Digestibilidad.* El principal factor que influye sobre la digestibilidad de un forraje verde es la edad de la planta en el momento de la siega. Sólo desde este punto de vista los forrajes de plantas jóvenes, muy hojosas, tiernas y con pocos tallos son los de mayor calidad, pues su digestibilidad es máxima.

- *Composición química.* Los forrajes de mayor calidad nutritiva son los que presentan mayor proporción de componentes no estructurales (proteínas, azúcares y almidón) respecto de los componentes ligados a las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa y lignina), de menor digestibilidad.

- *Factores antinutritivos.* Las plantas forrajeras pueden contener sustancias susceptibles de causar disminución del rendimiento del animal, enfermedades e incluso la muerte. Tales sustancias incluyen taninos, nitratos, alcaloides, cianoglucósidos, estrógenos y micotoxinas. La presencia y/o toxicidad de estos componentes depende de las especies vegetales presentes en el forraje (incluyendo malas hierbas), la época del año, las condiciones ambientales y la sensibilidad del animal. Los forrajes de calidad no pueden contener niveles peligrosos de estas sustancias antinutritivas.

- *Rendimiento productivo del animal.* Como se comentó anteriormente, éste es el test último para valorar la calidad de un forraje, especialmente si se suministra como único alimento y a libre dispo-

sición. Bajo este enfoque, la calidad del forraje abarcaría aspectos como el valor nutritivo del mismo, su ingestibilidad y qué factores antinutritivos contiene. El rendimiento del animal puede verse afectado por cualquiera de los factores asociados a las plantas o al propio animal, lo que se representa en la figura 1. Cualquier deficiencia que se presente de estos factores se traducirá en una menor productividad del animal.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE

Tres son los factores principales que determinan, en la mayor parte de los casos, la calidad del forraje y, por tanto, su valor nutritivo final: las especies botánicas, el estado de madurez de la planta cuando se siega y las condiciones de recolección. Factores secundarios, pero no por ello poco importantes, incluyen la temperatura y la humedad del suelo durante el crecimiento de las plantas, la fertilidad del suelo y las variedades de una misma especie. Todos estos factores son determinantes en la calidad del forraje pues afectan a la anatomía y fisiología de la planta.

Especie botánica y componentes de la planta

En general, las leguminosas son de mayor calidad que las gramíneas, pero hay excepciones. También existen grandes diferencias en la calidad de distintas especies de la misma familia botánica. Así, las plantas de climas templados-fríos presentan una mayor digestibilidad que las que crecen en climas tropicales o subtropicales.

Las leguminosas son frecuentemente asociadas con una mayor respuesta del animal como resultado de una rápida digestión de la materia seca ingerida, una mayor densidad del líquido ruminal y una mayor velocidad del tránsito digestivo. Ello se debe a un menor nivel de fibra, lo que implica una mayor digestibilidad y un consumo voluntario mayor en comparación con las gramíneas.

Las hojas constituyen la parte más nutritiva y digestible de las plantas, sean éstas aprovechadas en verde, como heno, o incluso cuando son ensilados. Cuando la alfalfa está en un estado de floración del 10%, las hojas pueden contener alrededor de un 24% de proteína bruta mientras que los tallos contienen tan sólo un

12%. Por tanto, debe considerarse el seleccionar especies y variedades botánicas que tengan una alta proporción de hojas en relación con los tallos (fig. 2).

En la tabla I se expresan los valores nutritivos estándar de henos de leguminosas y hierba de calidades diversas.

Estado de desarrollo de la planta

La calidad del forraje disminuye según aumenta el grado de madurez de la planta, siendo también menor el nivel de ingestión voluntaria de los animales al aumentar la fibrosidad de aquél y disminuir la velocidad de tránsito digestivo (ver figuras 4 y 5 del capítulo 2).

Por otra parte, según la planta envejece disminuye la relación hoja/tallo.

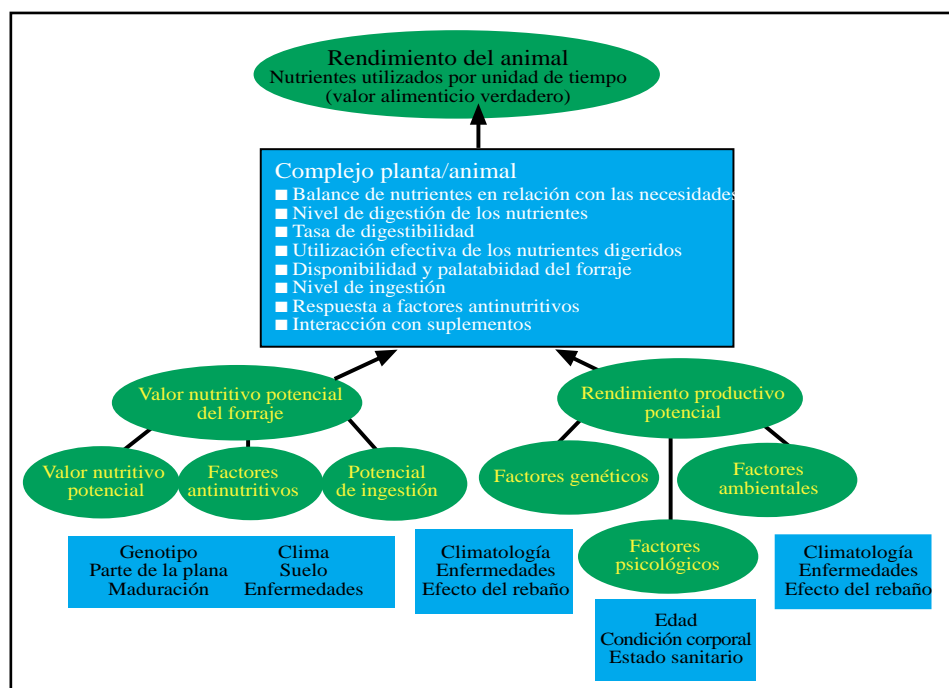


Fig. 1.— Factores que afectan al rendimiento productivo del animal.

Ello da lugar a un menor valor nutritivo del forraje, pues son las hojas las que contienen la mayor parte de los nutrientes de mayor digestibilidad (tabla II). El aumento de la proporción de tallos también supone unas mayores pérdidas cuando se henifica en condiciones ambientales adversas.

El estado reproductivo de la planta reduce la relación hojas/tallos y, como queda ya expresado, la calidad del forraje. La mayor parte de las gramíneas de zonas templadas requieren de un periodo de bajas temperaturas (vernalización) para florecer, por lo que estas especies sólo producen “tallos reproductivos” en primavera. En consecuencia, la calidad de los brotes es mayor y las variaciones de ésta son menores en relación con la madurez de la planta, puesto que la relación hojas/tallo de los brotes es mayor que la del primer corte.

Las leguminosas y algunas gramíneas (de clima cálido) pueden florecer varias veces el mismo año, por lo que las variaciones en la calidad del forraje estarán

menos ligadas al número de cortes que se practican en el cultivo.

El estado de desarrollo de la planta es uno de los principales factores que afectan al valor nutritivo de los forrajes. Durante la fase de crecimiento rápido, las plantas forrajeras contienen suficientes nutrientes para satisfacer las necesidades de crecimiento, reproductivas o de producción de leche del ganado. Cuando comienza el estado de madurez de la planta, los niveles de muchos nutrientes disminuyen y aumentan las necesidades de suplemento alimenticio para prevenir deficiencias. El forraje debe segarse, por tanto, teniendo más en cuenta el desarrollo de la planta que siguiendo un calendario fijo, si se desea producir forrajes de calidad elevada.

Mezclas de leguminosas y gramíneas

La mezcla con leguminosas mejora considerablemente la calidad del forraje respecto a la que tiene un forraje sólo de gramíneas. La mezcla casi siempre tiene

**TABLA I Calidad estándar para leguminosas y hierba
(NRAES-63, 1995)**

Calidad	% MS					
	PB	FAD	FND	dMS	CI (% PV)	VRF
Extra	> 19	< 31	< 41	> 65	> 3,0	> 151
1	17-19	31-35	40-46	62-65	3,0-2,6	151-125
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2,5-2,3	124-103
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2,2-2,0	102-87
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1,9-1,8	86-75
5	< 8	> 45	> 65	< 53	< 1,8	< 75

un menor nivel de FND y, a menudo, mayor contenido en proteína bruta.

Factores edáficos y de fertilización

La calidad del forraje puede ser sustancialmente alterada por la aplicación de fertilizantes. En general, puede ocurrir que la deficiencia en el suelo de un mineral reduzca el rendimiento del forraje y la riqueza de éste en el mineral deficitario. Se acepta que los niveles de aplicación al suelo de un mineral puedan originar un alto consumo por parte de la planta y una elevada concentración en ésta o un bajo nivel de otros nutrientes.

También se sabe que una aplicación mineral equilibrada da lugar a que el forraje tenga una composición mineral también equilibrada, pero con diferente

rendimiento según sea el nivel de abonado.

Puesto que la mayoría de los nutrientes son absorbidos por las raíces en forma de sales disueltas en agua, la absorción de minerales dependerá en gran medida del estatus hídrico del suelo. Cuando los niveles de nitrógeno y de agua en el suelo son los adecuados, la planta crece al formar nuevas células y sintetizar nuevas proteínas. En caso contrario, bien el nitrógeno no es absorbido por falta de agua o bien ésta es absorbida por la planta y evaporada a través de las hojas, pero sin que se produzca efecto alguno en el crecimiento.

Para una adecuada combinación de rendimiento y calidad sin que se contribuya a un exceso de nitrógeno en el suelo ni en aguas subterráneas, las tasas de fertilización nitrogenada deberán

TABLA II Composición de la materia seca de hojas y tallos de la alfalfa (Lorca et al., 1999; Barnes y col, 2003)

	Hojas	Tallos
Proteína Bruta (%)	24,0	10,7
Grasa Bruta (%)	3,1	1,3
MELN (%)	45,8	37,3
Fibra Bruta	16,4	44,4
FND (%)	27,0	66,0
FAD (%)	18,0	51,0
Cenizas	10,7	6,3

ajustarse al potencial rendimiento del cultivo. La idea básica es que al cultivo se aporte sólo aquella cantidad de nitrógeno (u otros elementos) que las plantas sean capaces de absorber.

Mayores niveles de nitrógeno en el suelo casi siempre incrementan el nivel de nitrógeno en las gramíneas, y por tanto de proteína bruta, pero puede tener un efecto mínimo en mezclas de gramíneas y leguminosas a no ser que la proporción de éstas últimas sea muy baja. Aumentar los niveles de nitrógeno en el suelo generalmente no altera el contenido en celulosa o fibra bruta, la lignificación o la energía digestible salvo que afecte al grado de crecimiento en el momento de la siega.

Dada la capacidad de las leguminosas para fijar el nitrógeno atmosférico, la suplementación mineral de nitrógeno reduce la cantidad fijada por la planta y no tiene efecto sobre el rendimiento del cultivo.

En suelos ácidos la alfalfa presenta una coloración verde menos intensa, menor porte y menor densidad de planta. Por otro lado, al aluminio y el manganeso pueden resultar tóxicos para este cultivo sobre suelos muy ácidos. El cultivo de alfalfa sobre suelos de pH entre 6,5 y 7 incrementa la disponibilidad de molibdeno, que estimula el desarrollo de las bacterias responsables de la fijación del nitrógeno atmosférico en el suelo.

Los suelos con un pH próximo a la neutralidad también aumentan la disponibilidad del magnesio y del fósforo.

En suelos deficientes en fósforo la fertilización fosfórica puede suponer un importante aumento del contenido en este elemento, tanto en gramíneas como

en mezclas con leguminosas, con tal que otros minerales y la humedad del suelo no sean factores limitantes. De hecho, la aplicación fosfórica al suelo puede disminuir la suplementación de este mineral a la ración de los animales alimentados con dicho forraje, producido en zonas deficientes en fósforo.

El fósforo es un mineral esencial en la fotosíntesis de la planta, así como en la síntesis de carbohidratos y proteína, en el desarrollo radicular y en la multiplicación celular. Es un mineral clave, por ejemplo, en el cultivo de alfalfa. Los suelos deficientes en fósforo ralentizan la maduración de esta leguminosa, aunque las plantas también muestran un menor contenido en fibra y mayor digestibilidad.

Mayores tasas de abonado en potasio, calcio, azufre o cobalto en suelos deficientes en estos nutrientes producirán mayores contenidos de estos minerales en el forraje cosechado. Niveles excesivos de algunos elementos como el potasio pueden, en algunos casos, disminuir la disponibilidad de otros elementos en la dieta, como el magnesio, y aumentar así el riesgo de tetania en los animales.

El suelo donde se cultivan forrajes debería ser analizado periódicamente para determinar los niveles de pH (tabla III), azufre, calcio, zinc, hierro, etc. Si los niveles de cualquier elemento en el suelo disminuyen, éste deberá compensarse con el aporte correspondiente, en general, una vez al año.

Factores climáticos

Temperatura y pluviometría (ambas relacionadas con la humedad del suelo) son los dos factores ambientales más

TABLA III Efecto del pH del suelo sobre la eficiencia relativa de absorción de nutrientes

pH	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
4.5	21	8	21
5.0	38	10	30
5.5	52	15	45
6.0	63	15	60
7.0	70	30	60

Fuente: Stichler y Bade, 2002.

importantes que pueden alterar la calidad del forraje. En general, cuando la temperatura supera el valor óptimo de cada especie botánica, su valor nutritivo disminuye. Esto sucede especialmente en forrajes de invierno, como el bromo y el trigo, y en menor medida en la alfalfa y otras plantas cuyo crecimiento tiene lugar en épocas del año más templadas.

Las plantas que crecen en épocas y zonas de temperatura elevada generalmente dan lugar a un forraje de inferior calidad al de las plantas llamadas “de invierno”, propias de zonas templadas, con crecimiento durante los meses más fríos. Incluso el forraje de cualquier especie tiende a ser de peor calidad si se produce en regiones tropicales y subtropicales frente a los producidos en zonas templadas.

Ejemplos de especies de clima cálido son bermudagrass, bahiagrass o maíz. Tanto la proteína bruta como la digestibilidad son inferiores en este tipo de plantas; si bien es verdad que convierten más eficientemente la energía del sol en material vegetal, también lo es que sus

hojas contienen mayor proporción de tejidos muy lignificados y, por tanto, menos digestibles.

Sin embargo, no parece ser tan evidente que la peor calidad de los forrajes de climas cálidos se deba a una mayor cantidad de fibra formada en estadios de desarrollo comparables entre sí o si, simplemente, es cuestión de un crecimiento más rápido de aquéllos.

Los datos de campo y experimentales sugieren que la calidad tiene mayor relación con la temperatura, en el caso de la alfalfa, cuando ésta se encuentra en principio de floración. Antes de ese momento parece haber otros factores que son más determinantes en la calidad del forraje. Tras el comienzo de la floración la tendencia es que según aumenta la temperatura disminuyen los niveles de proteína bruta y de fibra bruta. Asimismo, la digestibilidad de la alfalfa disminuye a un ritmo de 0,55%, 1,04% y 1,07% por grado de incremento térmico, cuando su estado de desarrollo coincide con el 10%, un tercio y plena floración, respectivamente.

También en la alfalfa las grandes diferencias en el contenido de almidón de las hojas son debidas al efecto de la temperatura en la que el cultivo ha crecido. Bajo un régimen térmico más frío [21/12°C (día/noche)] la cantidad de almidón por hoja se incrementa a 4,83 mg en fase vegetativa y a 6,61 mg a principios de la floración, mientras que a 30/30°C el contenido de almidón es apenas de 0,94 mg/hoja.

Parte de estas diferencias son reflejo de procesos fisiológicos que suceden en la fase vegetativa (crecimiento de la planta y desarrollo de nuevos tejidos y órganos) y en la fase reproductiva (acumulación de carbohidratos) cuando la planta se prepara para el desarrollo de las semillas o para la “supervivencia” invernal. Sin embargo, las mayores diferencias son debidas, a su vez, a diferencias en los niveles de respiración de las plantas a diferentes temperaturas. Esto significa que la alfalfa y otros forrajes cultivados en condiciones de temperaturas bajas tendrán diez veces más carbohidratos solubles que aquéllos que se desarrollan a temperaturas altas. Además, puesto que estos glúcidos son de mayor y más rápida digestibilidad, apoyan la idea generalmente aceptada de que el heno obtenido durante los meses calurosos del verano es de inferior calidad.

Las mezclas de gramíneas y leguminosas tienen mayor contenido de proteína bruta y menor fibra que los cultivos únicamente de gramíneas.

La lluvia o el riego suelen tener un mayor efecto sobre la cantidad que sobre la calidad del forraje. Sin embargo, la recuperación de un nivel adecuado de humedad en el suelo tras una fuer-

te sequía puede tener una decisiva influencia sobre la calidad del forraje cuando se restablece un rápido crecimiento.

Cuando la alfalfa u otras leguminosas experimentan estrés hídrico, sus hojas más viejas se secan y caen antes o durante la recolección y por tanto, disminuye el porcentaje de hojas y la calidad del heno. El riego debe ser, pues, regulado a fin de que a las plantas no les falte agua durante el periodo de crecimiento, pero un riego excesivo puede reducir tanto el rendimiento como la calidad del forraje.

Patologías y daños por insectos

Las enfermedades y plagas que atacan las plantas durante su crecimiento causan una grave reducción tanto de la cantidad como de la calidad del forraje recogido. El daño en las hojas es particularmente evidente, bien por eliminación de hojas o de contenido celular, o bien impidiendo el crecimiento de la planta. El mayor daño es, a menudo, la fuerte reducción del valor nutritivo, en particular de proteína y carotenos, y también frecuentemente la palatabilidad.

Variaciones diarias en la calidad del forraje

Las plantas acumulan carbohidratos solubles durante el día y las consumen durante la noche. Por ello, el nivel de azúcares solubles en la planta es más bajo por la mañana que al terminar el día, sobre todo si ha sido soleado. Estudios recientes desarrollados en zonas de baja pluviometría han mostrado que la calidad del forraje era mayor cuando

la alfalfa se segaba a última hora de la tarde que si se hacía por la mañana. Parece, además, que la ventaja de segar por la tarde es mayor en días soleados y fríos y cuando el forraje se siega con una máquina acondicionadora para aumentar la velocidad de secado y minimizar el tiempo durante el que la planta continua respirando tras la siega. Sin embargo, en zonas de mayor pluviometría no parece ofrecer ventajas, pues cada hora de buenas condiciones ambientales es vital para un rápido secado del forraje.

Variaciones debidas a la variedad botánica (cultívar)

La calidad del forraje puede incrementarse a través de selección genética. Por ejemplo, la variedad “Coastcross-1” (de la grama bermudagrass) es alrededor de un 12% superior en digestibilidad que otro cultivar, “Coastal” y proporciona un 30% más de ganancia diaria en novillas en cebo. En primavera, los cultivares de maduración temprana tienden a un menor contenido en fibra y mayor digestibilidad en cualquier estado de madurez que las variedades de maduración tardía. Estas últimas cuentan con un mayor periodo de crecimiento bajo temperaturas más altas, lo que conduce a una calidad ligeramente inferior.

Otras diferencias de calidad entre variedades de una misma especie derivan de su distinta morfología, tales como un mayor contenido en hojas. Las variedades de alfalfa multifoliadas, con entre cinco y siete foliolos por hoja en lugar de los tres habituales, son a veces, aunque no siempre, superiores en calidad.

Efecto del paso de maquinaria

Se estima que con el empleo de maquinaria en el proceso de henificado, entre el 65% y el 75% de las plantas en cada corte son pisadas por las ruedas de dichas máquinas. Esto significa que en el curso de una campaña completa, durante la que, al menos, se dan dos cortes al forraje, es altamente improbable que alguna planta escape a ser pisada por las ruedas. Las plantas situadas en las proximidades de las lindes de la parcela reciben una frecuencia de paso muy superior.

El daño por el pisado de las ruedas no es en la planta en sí, sino en los nuevos rebrotes y tallos. Cuanto más desarrollo haya alcanzado el nuevo rebrote, mayor es el daño y la disminución del rendimiento en heno (8-10% si el paso de un remolque de 10 t se produce al día siguiente a la siega, frente al 31% si tiene lugar siete días más tarde). La compactación del terreno por el paso repetido de maquinaria puede cifrarse en pérdidas de rendimiento del 17%. Este efecto se incrementa con el tiempo, siendo las pérdidas de rendimiento productivo mayores en años sucesivos. La compactación también origina descensos en el contenido nitrogenado de los forrajes. El efecto negativo del paso de maquinaria es menor en aquellas zonas donde el suelo permanece helado una gran parte del año.

En las figuras 2-5 se muestran algunas de las grandes máquinas que se emplean actualmente en el proceso de henificación. No obstante, un vistazo al capítulo 3 nos da una idea clara del problema de compactación del suelo que pueden originar.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.